

УДК [631.445.2:665.6](470.6)

ББК 40.3

К-60

Колесников Сергей Ильич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования биолого-почвенного факультета Южного федерального университета, т.: 88632184035, e-mail: kolesnikov@sfedu.ru;

Татлок Руслан Кимович, преподаватель кафедры землеустройства факультета аграрных технологий Майкопского государственного технологического университета, т.: 89618187835, e-mail: jemaldin@mail.ru;

Тлехас Зара Рамазановна, кандидат биологических наук, заведующая кафедрой землеустройства факультета аграрных технологий Майкопского государственного технологического университета, т.: 89618187835, e-mail: jemaldin@mail.ru.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЬЮ, МАЗУТОМ, БЕНЗИНОМ И ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-КАРБОНАТНЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА*

(рецензирована)

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами дерново-карбонатных почв (рендзин) Западного Кавказа вызывает ухудшение их биологических свойств. Степень снижения значений биологических показателей, как правило, находится в прямой зависимости от концентрации в почве загрязняющего вещества. По степени негативного воздействия на биологические свойства дерново-карбонатных почв нефть и нефтепродукты образуют следующую последовательность: мазут >= нефть > солярка >= бензин.

Ключевые слова: дерново-карбонатные почвы, загрязнение, нефть, нефтепродукты, биологические свойства почвы.

Kolesnikov Sergei Ilyich, Doctor of Agricultural Sciences, professor, head of the Department of Ecology of the Southern Federal University;

Tatlok Ruslan Kimovich, senior lecturer of the Department of Land Management of the Faculty of Agriculture of Maikop State Technological University;

Tlekhas Zara Ramazanovna, Candidate of Biology, head of the Department of Land Management of the Faculty of Agriculture of Maikop State Technological University, tel: 89618187835, e-mail: jemaldin@mail.ru.

EFFECT OF OIL, FUEL OIL, PETROL AND DIESEL FUEL POLLUTION ON BIOLOGICAL PROPERTIES OF SOD-CALCAREOUS SOILS OF WESTERN CAUCASUS

(reviewed)

Oil and petroleum products pollution of sod-calcareous soils of Western Caucasus causes the deterioration of their biological properties. The degree of reduction of the values of biological indicators, as a rule, is in direct proportion to the concentration of pollutant in the soil. According to the degree of negative impact on the biological properties of sod-calcareous soils of oil and petroleum products form the following sequence: oil > oil => diesel oil > = gasoline.

Key words: sod-calcareous soils, pollution, oil, petroleum products, biological properties of soil.

ВВЕДЕНИЕ

В 2014 году в г. Сочи пройдут зимние олимпийские игры. Развитие инфраструктуры в районе проведения олимпийских игр неминуемо негативно отразится на состоянии почвенного покрова. Одним из предполагаемых негативных экологических последствий будет химическое загрязнение почв, в результате строительства и эксплуатации дорог, автозаправок, котельных и т.д.

Ранее была исследована устойчивость основных почв Адыгеи к загрязнению тяжелыми металлами, а также устойчивость к загрязнению нефтью, мазутом, бензином и дизтопливом таких почв как черноземы слитые, бурые лесные, субальпийские почвы (Тлехас, Колесников, 2008; Колесникова с соавт. 2008, 2009, 2010а, 2010б; Татлок, Колесников, 2011а, 2011б, 2011с).

Дерново-карбонатные почвы занимают значительные площади на Кавказе (Вальков и др., 2008, Казеев и др., 2010). Для них характерно высокое содержание гумуса в верхнем горизонте и карбонатов по всему профилю, слабощелочная реакция среды, тяжелосуглинистый гранулометрический состав, высокая поглотительная способность, хорошая оструктуренность. В силу своих эколого-генетических особенностей дерново-карбонатные почвы обладают значительной буферной способностью к химическому загрязнению.

Цель работы – исследовать влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами (мазутом, бензином и дизтопливом) на биологические свойства дерново-карбонатных почв Западного Кавказа.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования была использована дерново-карбонатная выщелоченная почва. Место отбора – Азишский хребет, на границе Республики Адыгея и Краснодарского края. Исследуемая почва характеризуется высоким содержанием органического вещества в верхнем горизонте – 14,4%, нейтральной реакцией среды – $\text{pH} = 7,6$, среднесуглинистым гранулометрическим составом, высокой биологической активностью.

Почва для модельных экспериментов была отобрана из верхнего слоя 0-20 см. Именно в верхнем слое почвы накапливается основное количество загрязняющих веществ.

Моделировали загрязнение почв нефтью, мазутом, бензином и дизельным топливом (соляркой). Использовали нефть средней плотности, со средним содержанием серы и хлористых солей, низким содержанием механических примесей; топочный мазут 40, IV вида, со средним содержанием серы, средней зольности, температурой застывания – минус 15°C ; бензин автомобильный неэтилированный Регуляр-92, экологический класс 2; топливо дизельное марки Л (летнее), экологический класс 2.

Поскольку ПДК нефти, мазута, бензина и дизтоплива в почве не разработаны, для выражения их концентрации в почве использовали процентное содержание. Изучали действие разных концентраций нефти, мазута, бензина и солярки – 1, 5 и 10 % от массы почвы.

Исследовали равномерное загрязнение нефтью и нефтепродуктами всего объема почв. Для этого после внесения загрязняющего вещества почву в сосуде перемешивали. Нефть и нефтепродукты вносили во влажную почву.

Почву инкубировали в вегетационных сосудах при комнатной температуре ($20-22^{\circ}\text{C}$) и оптимальном увлажнении (60% от полевой влагоемкости) в трехкратной повторности.

Биологические показатели состояния почв определяли через 30 суток после загрязнения. При оценке химического воздействия на почву этот срок является наиболее информативным (Колесников и др., 2008).

Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием общепринятых в биологии и экологии почв методов в модификации К.Ш. Казеева, С.И. Колесникова (Казеев и др., 2003).

С целью выявления общих закономерностей влияния химического загрязнения на биологическое состояние почв был использован интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы, который определяется на основе наиболее информативных биологических показателей (Колесников и др., 2008). В настоящем исследовании ИПБС был рассчитан по следующим показателям: обилие бактерий рода *Azotobacter*, активность каталазы и дегидрогеназы, целлюлозолитическая активность, длина корней редиса (фитотоксичность).

Для расчета ИПБС почвы значение каждого из пяти указанных выше показателей в контроле (в незагрязненной почве) принимали за 100% и по отношению к нему выражали в процентах значения в остальных вариантах опыта (в загрязненной почве). Затем определяли среднее значение пяти выбранных показателей для каждого варианта. Используемая методика позволяет интегрировать (объединить) относительные значения разных показателей, абсолютные значения которых не могут быть суммированы, так как имеют разные единицы измерения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Загрязнение дерново-карбонатных почв Западного Кавказа нефтью и нефтепродуктами вызвало ухудшение их биологических свойств во всех вариантах опыта.

Степень снижения значений биологических параметров была в прямой зависимости от содержания в почве загрязняющего вещества (рис. 1).

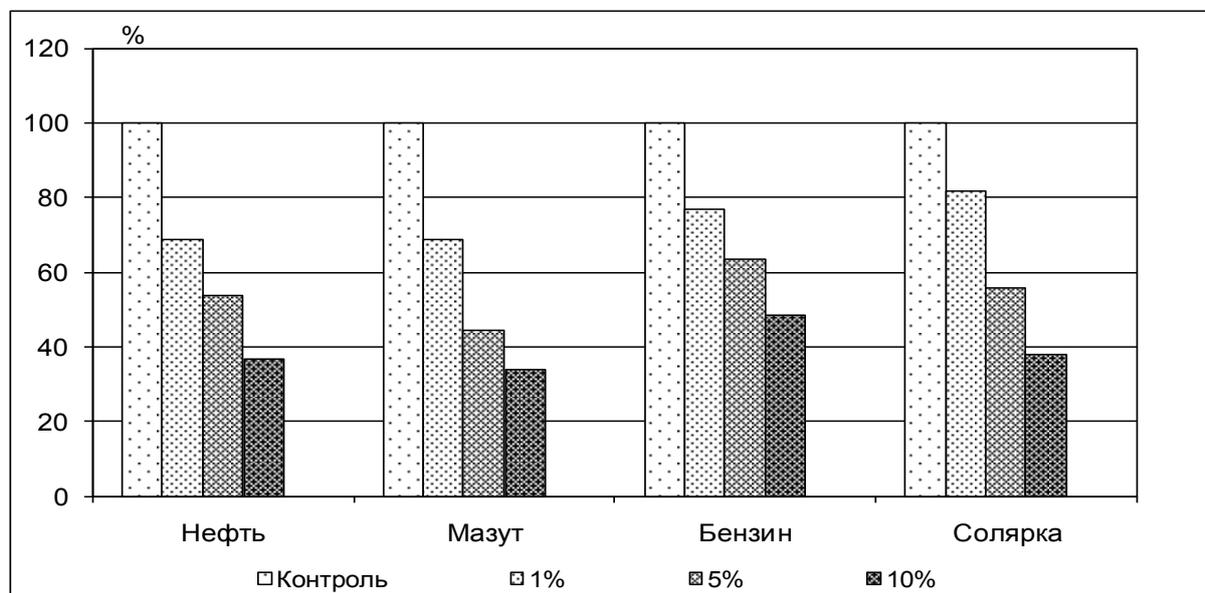


Рис. 1. Влияние загрязнения дерново-карбонатной выщелоченной почвы Западного Кавказа нефтью и нефтепродуктами на интегральный показатель биологического состояния (ИПБС), % от контроля

По степени токсичности к биологическим свойствам исследованных почв нефть и нефтепродукты образовали следующую последовательность: мазут \geq нефть > солярка \geq бензин.

Мазут и нефть оказали более сильное угнетающее действие на большинство биологических показателей, чем бензин и солярка. По-видимому, такая закономерность определяется тем, что бензин и солярка представлены более легкими углеводородными фракциями и частично испаряются из почвы, а также, легче разлагаются микробами, так как имеют более короткие углеводородные цепи. Схожая закономерность была установлена ранее С.И. Колесниковым с соавт. (2006, 2007) на черноземах обыкновенных.

Негативное действие нефти на биологические процессы в почве объясняют обволакиванием нефтяными углеводородами почвенных частиц, содержанием в нефти тяжелых металлов, ароматических углеводородов, фенолов, накоплением в почве продуктов окисления углеводородов, таких как гексацикловый спирт, пальмитиновая, бензойная, салициловая кислоты и др., значительным увеличением соотношения C:N и др. (Киреева и др., 1998).

Статистически достоверных случаев стимулирующего действия нефти и нефтепродуктов на биологические свойства дерново-карбонатных почв в настоящем исследовании зафиксировано не было.

По степени чувствительности (по степени снижения значений) к загрязнению нефтью и нефтепродуктами биологические показатели образуют следующий ряд (обобщено для разных загрязняющих веществ и их доз): длина корней (фитотоксичность) > целлюлозолитическая способность > обилие бактерий рода *Azotobacter* > активность каталазы \geq активность дегидрогеназы.

Использованные в работе биологические показатели состояния почвы, (активность каталазы и дегидрогеназы, целлюлозолитическая способность, обилие бактерий рода *Azotobacter*, длина корней редиса), подтвердили свое соответствие необходимым требованиям, предъявляемым к показателям, используемым для мониторинга, диагностики и нормирования химического загрязнения почв. Они отличаются высокой информативностью и чувствительностью, достаточной воспроизводимостью, допустимым варьированием, небольшой ошибкой опыта, простотой, малой трудоемкостью, высокой скоростью и широкой распространенностью методов определения.

ВЫВОДЫ

1. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами вызывает ухудшение биологических свойств дерново-карбонатных почв Западного Кавказа. Степень снижения значений биологических показателей, как правило, находится в прямой зависимости от концентрации в почве загрязняющего вещества.

2. По степени токсичности к биологическим свойствам дерново-карбонатных почв нефть и нефтепродукты образуют следующую последовательность: мазут \geq нефть > солярка > бензин.

3. Активность каталазы и дегидрогеназы, целлюлозолитическая способность, обилие бактерий рода *Azotobacter*, фитотоксичность (длина корней редиса) подтвердили свое соответствие необходимым требованиям, предъявляемым к показателям, используемым для мониторинга, диагностики и нормирования химического загрязнения почв.

*Исследование выполнено в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (госконтракты П322, 16.740.11.0528, 14.740.11.1029) и при государственной поддержке ведущей научной школы (НШ-5316.2010.4).

Литература:

1. Вальков В.Ф. Почвы юга России: генезис, география, классификация, использование и охрана / Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И.- Ростов н/Д: Эверест, 2008.- 276 с.
2. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на биологическое состояние чернозема обыкновенного / Колесников С.И. [и др.] // Почвоведение.- 2006.- №5.- С. 616-620.
3. Влияние загрязнения тяжелыми металлами и нефтью на биологические свойства чернозема выщелоченного слитого / С.И. Колесников [и др.] // Агрохимия.- 2010.- №7.- С. 62-67.
4. Изменение биологических свойств почв Адыгеи при химическом загрязнении / С.И. Колесников [и др.] // Почвоведение.- 2009.- №12.- С. 1499-1505.
5. Казеев К.Ш. Атлас почв юга России / К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков, С.И. Колесников.- Ростов н/Д: Эверест, 2010.- 128 с.
6. Казеев К.Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф.- Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2003.- 204 с.
7. Киреева Н.А. Активность карбогидраз в нефтезагрязненных почвах / Н.А. Киреева, Е.И. Новоселова, Ф.Х. Хазиев // Почвоведение.- 1998.- №12.- С. 1444-1448.
8. Колесников С.И. Изменение ферментативной активности чернозема обыкновенного при загрязнении нефтью и нефтепродуктами в условиях модельного эксперимента / С.И. Колесников, М.Л. Татосян, Д.К. Азнаурьян // Доклады РАСХН.- 2007.- №5.- С. 32-34.
9. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева.- М.: Изд-во МГУ, 1991.- 304 с.
10. Оценка устойчивости дерново-карбонатных почв Северного Кавказа к химическому загрязнению по биологическим показателям / С.И. Колесников [и др.] // Экология и промышленность России.- 2010.- №12.- С. 48-51.
11. Татлок Р.К. Биодиагностика устойчивости бурых лесных почв Северо-Западного Кавказа к загрязнению нефтью и нефтепродуктами / Р.К. Татлок, С.И. Колесников // Вестник Майкопского государственного технологического университета.- 2011.- №1.- С. 31-35.
12. Татлок Р.К. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на биологические свойства слитых черноземов / Р.К. Татлок, С.И. Колесников // Труды Кубанского ГАУ.- 2011.- №4(31).- С. 119-121.
13. Татлок Р.К. Изменение биологических свойств субальпийских почв Адыгеи при загрязнении нефтью, мазутом, бензином и соляной кислотой / Р.К. Татлок, С.И. Колесников // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4, Естественно-математические и технические науки.- 2011.- №1(76).- С. 114-118.
14. Тлехас З.Р. Изменение биологических свойств бурых лесных почв Адыгеи при химическом загрязнении / З.Р. Тлехас, С.И. Колесников // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки.- 2007.- №5.- С. 89-91.
15. Устойчивость почв Республики Адыгея к химическому загрязнению / Колесников С.И. [и др.] - Ростов н/Д: Эверест, 2008.-156 с.

References:

1. Valkov V.F. Soils in southern Russia: genesis, geography, classification, use and protection/ Valkov V.F., Kazeev K.S., Kolesnikov S.I. Rostov n / D: Everest, 2008. 276 p.
2. Effect of oil and oil products pollution on the biological status of an ordinary chernozem / S.I. Kolesnikov S.I. [and oth.] // Soil Science. 2006. № 5. P. 616-620.
3. Effect of heavy metal and oil pollution on the biological properties of the leached chernozem fusion / S.I. Kolesnikov S.I. [and oth.] // Agrochemicals. 2010. № 7. P. 62-67.
4. Change of the biological properties of soils of Adyghea with chemical pollution // S.I. Kolesnikov S.I. [and oth.] / Soil Science, 2009. № 12. P. 1499-1505.
5. Kazeev K.S. Soil Atlas of southern Russia / Kazeev K.S, Valkov V.F., Kolesnikov S.I. Rostov n / D: Everest, 2010. 128 p.
6. Kazeev K.S. The biological diagnosis and indication of soils: methodology and research methods / Kazeev K.S., Kolesnikov S.I., Valkov V.F. Rostov n / D: Rostov Univ. Press, 2003. 204 p.
7. Kireeva N.A. The activity of carbohydrases in the oil-contaminated soils/ Kireeva N.A., Novoselova E.I., Khaziev F.H. // Soil Science. 1998. № 12. P. 1444-1448.
8. Kolesnikov S.I. Change of the enzymatic activity of ordinary chernozem contaminated with oil and oil products in a model experiment / Kolesnikov S.I., Tatosyan M.L., Aznauryan D.K. // Reports of the RAAS. 2007. № 5. P. 32-34.
9. Methods of soil microbiology and biochemistry / D.G. Zvyagintseva. M.: MSU Press, 1991. 304 p.
10. Evaluation of resistance of sod-calcareous soils of the North Caucasus to chemical pollution by biological indicators / S.I. Kolesnikov S.I. [and oth.] // Ecology and Industry of Russia. 2010. № 12. P. 48-51.
11. Tatlok R.K. Biodiagnostics of stability of brown forest soils of the North-West Caucasus to oil and oil products pollution / Tatlok R.K., Kolesnikov S.I. // Bulletin of Maikop State Technological University, 2011. № 1. P. 31-35.

12. Tatlok R.K. *Effect of oil and oil products pollution on the biological properties of the merged black soils* / Tatlok R.K., Kolesnikov S.I. // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, 2011. № 4 (31). P. 119-121.

13. Tatlok R.K. *Change of the biological properties of subalpine soils of Adyghea with oil, fuel oil, gasoline and diesel fuel pollution* / Tatlok R.K., Kolesnikov S.I. // *Bulletin of Adyghe State University. Episode 4: Natural - mathematical and engineering sciences*, 2011. № 1 (76). P. 114-118.

14. Tlekhas Z.R. *Change of the biological properties of brown forest soils of Adyghea with chemical pollution* / Tlekhas Z.R., Kolesnikov S.I. // *Proceedings of North-Caucasus universities. Natural science*. 2007. № 5. P. 89-91.

15. *Resistance of the soils of the Republic of Adyghea to chemical pollution*/ Kolesnikov S.I. [and oth.] Rostov n / D: Everest, 2008. 156 p.